



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

**This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.**

출 원 번 호 : 특허출원 2004년 제 0069156 호
Application Number 10-2004-0069156

출 원 년 월 일 : 2004년 08월 31일
Date of Application AUG 31, 2004

출 원 인 : 엠스디엔에스테크 주식회사
Applicant(s) MEMS DNS TECH CO.,LTD.

2004 년 9 월 13 일

특 허 청
COMMISSIONER



BEST AVAILABLE COPY

【서지사항】

1. 출원인명] 특허출원서
 2. 대리구분] 특허
 3. 신청처] 특허청장
 4. 출원일자] 2004.08.31
 5. 명칭의 명칭] 인 -서류 마이크로-토크 마그네토미터 시스템
 6. 명칭의 영문명칭] ULTRA SENSITIVE IN-SITU MAGNETOMETER SYSTEM
 7. 출원인]
 8. 명칭] 엠스디엔에스테크 주식회사
 9. 출원인코드] 1-2004-020997-1
 10. 대리인]
 11. 성명] 김인한
 12. 대리인코드] 9-2003-000087-5
 13. 포괄위임등록번호] 2004-040859-4
 14. 대리인]
 15. 성명] 김희곤
 16. 대리인코드] 9-2003-000269-0
 17. 포괄위임등록번호] 2004-040860-7
 18. 명자]
 19. 성명] 민 등훈
 20. 출원인코드] 4-2003-033241-7
 21. 선행권 주장]
 22. 출원국명] KR
 23. 출원종류] 특허
 24. 출원번호] 10-2003-0061235
 25. 출원일자] 2003.09.02
 26. 증명서류] 미첨부
 27. 사청구] 청구
 28. 지] 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규
 정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
 김인한 (인) 대리인
 김희곤 (인)

수수료]			
【기본출원료】	0	면	38,000 원
【가산출원료】	32	면	0 원
【우선권주장료】	1	건	20,000 원
【심사청구료】	16	항	621,000 원
【합계】	679,000	원	
【감면사유】	소기업 (70%감면)		
【감면 후 수수료】	217,700	원	
별부서류]	1. 소기업임을 증명하는 서류_1통		

【요약서】

발표 요약]

발명은 마그네토메터에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 마그네틱 박막을 UHV 챔
 내에서 증착하여 성장시키는 과정 중 상기 마그네틱 박막의 마그네틱 모멘트를 인-
 튜 (in-situ) 로 서브-모노레이어 (sub-monolayer) 이하의 정밀도로 모니터링할 수 있
 마그네토메터에 관한 것이다.

표표도]

도 1

특언어]

2네토 메터, 마그네틱 모멘트, 캔트레버 칩, 공진주파수

【명세서】

발명의 명칭

인-시튜 마이크로-토크 마그네토미터 시스템{ULTRA SENSITIVE IN-SITU NETOMETER SYSTEM}

꺾면의 간단한 설명

도 1은 본 발명인 마그네토미터의 전체 측정 시스템의 일 실시예를 나타낸 도면이다.

도 2는 도 1에 적용된 증착 헤드 부분의 단면도이다.

도 3은 캔티레버 칩과 증착 홀 플레이트의 구조를 나타낸 도면이다.

도 4는 캔티레버 칩과 증착 홀 플레이트가 결합된 구조를 나타낸 도면이다.

도 5는 캔티레버 칩과 박막의 외형도이다.

도 6는 박막이 증착된 캔티레버 칩에 회전력(torque)이 가해지는 원리를 나타낸 꺾면이다.

도 7은 본 발명이 적용된 캔티레버 칩 패들 표면에 홀이 형성되어 있는 것을 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 본 발명인 마그네토미터의 전체 측정 시스템의 다른 실시예를 나타낸 도면이다.

도 9는 도 8에 적용된 증착 헤드 부분의 단면도이다.

발명의 상세한 설명】

발명의 목적】

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

발명은 인-시류 마이크로-토크 마그네토미터 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 마그네틱 박막을 UHV 챔버 내에서 증착시키고 성장시키는 과정 중 상기 마그네틱 박막의 마그네틱 모멘트를 인-시류 (in-situ)로 서브-모노레이어 (sub-monolayer) 하의 정밀도로 모니터링할 수 있는 인-시류 마이크로-토크 마그네토미터 시스템에 관한 것이다.

일반적으로 마그네틱 박막의 마그네틱 모멘트를 모니터링하기 위한 자기센서는 홀 효과 (hall effect), 자기저항효과, 유도코일 또는 스쿼드 소자 등을 이용하여 구할 수 있으며, 상기 자기센서를 이용하여 자기장을 측정하는 방법이 모니터링 방법으로 이용되고 있다.

먼저, 홀 효과를 이용하는 방법은 전류가 흐르고 있는 판에 수직으로 자기장을 가하면 전류의 방향과 자기장의 방향에 수직인 방향으로 전기장이 발생하여 기전력 나타나는 현상을 이용하는 것이다.

다음에 자기저항효과를 이용하는 방법은 전기 저항이 자기장의 세기의 제곱에 비례하여 변하는 현상을 이용한 것으로서, 패러데이의 유도법칙에 따라 자기장이 유코일에 미치는 영향을 감지하여 자기장 측정을 하는 방법이다.

스퀴드 소자를 이용하는 방법은 초전도 상태에서 나타나는 자속 양자화 (flux quantization)와 조셉슨 효과를 이용하여 10^{-10} 가우스 (Gauss)까지의 자기장의 크기 측정할 수 있는 방법이다.

VSM (A vibrating sample magnetometer (VSM) 은 시간에 따라 변화되는 자기장 생성하는 전기장에 대한 법칙인 패러데이의 유도 법칙을 이용하며, 상기 전기장은 측정 가능하며, 상기 변하는 자기장에 대한 정보를 알려준다. 상기 VSM은 샘플인 그네틱 물질에 대한 자기 성질을 측정하는데 사용된다.

AGM (Alternating Gradient Field)는 변동하는 또는 정지된 DC 필드내에 위치한 플레에 가해지는 주기력을 추출하는데 이용된다. 상기 힘은 샘플에 가해지는 자기장 크기와 샘플의 자기 모멘트에 비례한다

이 힘은 샘플을 미세하게 움직이게 하며, 이러한 움직임은 프로브의 팔에 장착 압전체를 이용한 센싱부에서 측정되어지고, 샘플의 자기 모멘트 및 히스테르시스 브를 얻는데 사용된다.

모오크 (MOKE)는 편광된 빛이 자기 샘플에 입사되어 샘플 내에 자기 모멘트와의 효과에 의해 편광정도가 변화하게 되는데, 이러한 변화를 측정해 샘플의 자기적 성을 측정하게 된다.

캐피시턴스 캔트리버 칩 빔 마그네토미터는 캔트리버에 증착된 자성물질이 외부 크 필드에 의해 힘을 받게 되고, 이 힘이 캔트리버의 미세한 움직임으로 나타나며, 때 캔트리버와 캔트리버의 하부에 형성된 도체판 사이에 캐피시턴스를 변화시키며, 러한 변화를 통해 캔트리버에 증착된 자성막의 성질을 분석한다.

그러나, 상기와 같은 종래의 박막의 마그네틱 모멘트 모니터링 시스템은 박막의 증착과정이 종료된 후에 이루어지는 것으로서, 박막을 증착하는 과정 중에 박막의 마그네틱 모멘트를 모니터링할 수 없다는 문제점이 있다.

또한, 이러한 종래 시스템으로는 박막이 증착된 후, 진공상태를 깨뜨린 다음에 측정해야 하므로, 박막의 산화(oxidation)를 유발하며, 박막이 증착된 후의 결과만을 얻을 수 있다는 문제점이 있다.

한편, 종래 마그네틱 모멘트 모니터링 시스템 중 일부는 진공상태를 깨뜨리지 않고도 측정이 가능하나, 증착이 끝난 후의 결과만을 측정한다는 단점을 갖고 있다.

또한 종래 모니터링 시스템의 경우 마그네틱 박막의 특성을 수 옹스트롬(10⁻¹⁰m) 정도의 정밀도로 측정하는 것이 가능하나, 서브-옹스트롬(sub-Angstrom) 이하의 정밀도로 측정하는 것은 불가능하여 초박막의 증착과정으로부터 얻을 수 있는 미세 특성을 규명하기에 어렵다는 문제점이 있다.

[발명이 이루고자 하는 기술적 과제]

본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 진공상태를 깨뜨리지 않고 증착 과정 중 막의 자성특성을 연속적으로 모니터링할 수 있는 인-시류 마이크로-토크 마그네토미터 시스템을 제공하기 위함이다. 본 발명의 다른 목적은 마그네틱 박막의 증착과정 중 마그네틱 박막의 특성을 서브-모노레이어 이하의 정밀도로 측정할 수 있는 인-시류 마이크로-토크 마그네토미터 시스템을 제공하기 위함이다.

본 발명의 또다른 목적은 거대자기저항효과 (Giant Magnetro Resistance Effect)와 자기 기록 매체 (Magnetic recording media)의 면적 메모리 밀도 (areal memory nsity)를 향상시키기 위해 필수적으로 연구되어야 하는 울트라 자기 박막 멀티레이 (ultra thin magnetic film multilayers)의 자기적 특성을 규명할 수 있는 인-시튜 마이크로-토크 마그네토메터 시스템을 제공하기 위함이다.

발명의 구성

상기와 같은 목적을 달성하기 위해 안출된 본 발명의 바람직한 실시예는 증착 스: 상기 증착 소스로부터 마그네틱 원자가 입사되어 증착되는 캔티레버 칩; 상기 티레버 칩의 진동을 감지하여 전기 신호로 출력하는 인터페로메터; 내부에 상기 캔 레버 칩을 포함하고 있으며, 상기 인터페로메터의 파이버 단부를 상기 캔티레버 칩 표면과 적격 간격으로 유지되도록 고정시키는 증착헤드; 외부로부터 입력되는 전 을 증폭시켜 출력하는 고전압 증폭부; 상기 고전압 증폭부에서 증폭된 전압에 의해 작동하는 압전체; 상기 압전체로부터 발생하는 신호를 검출하고, 검출된 압전체 신 를 감지하는 락-인 앰프; 상기 인터페로메터로부터 입력되는 신호와 180 위상을 갖 신호를 발생시켜 위상을 고정시킨 후 상기 고전압 증폭부로 출력하는 위상 고정 프; 상기 락-인 앰프로부터 출력되는 교류전압을 증폭시켜 상기 증폭헤드 내부의 일에 인가하는 파워 앰프; 및 상기 락-인 앰프로부터 인터페로메터의 출력전압을 급받아 상기 캔티레버 칩의 움직임을 모니터링하는 오실레이터로 이루어진 것을 특 으로 한다.

본 발명의 증착헤드는, 증착 홀이 형성된 증착 쉘드; 상기 증착셸드 내측면에 착되고 상기 앰프로부터 교류전원을 공급받아 박막에 자계를 발생시키는 코일; 상

교일과 이격하여 상기 증착 설드의 하면 상부에 설치된 지지판: 상기 지지판에 고정
설치되며, 마그네틱 박막의 모멘트를 한 방향으로 정렬시키기 위한 영구자석 또는
자석: 상기 증착설드 하면 상부에 설치된 세라믹 물질: 상기 세라믹 물질 상부에
치된 도전체: 상기 도전체의 일측단에 설치되는 압전체의 하부전극 : 상기 세라믹
질의 일측면과 밀착하여, 상기 도전체 상부에 설치되는 압전체: 상기 압전체 상부
설치되는 제 1 금속판, 상기 제 1 금속판 위에 설치되는 증착 홀 플레이트 및 캔
레버 칩: 상기 제 1 금속판의 일측 하부에 설치되는 압전체의 상부 전극: 상기 캔
레버 칩의 프레임 상부에 도포된 포토레지스트: 상기 포토레지스트 상부에 설치된
제 2 금속판 : 상기 제 2 금속판 상부에 고정 설치된 스크류: 및 상기 제 2 금속판
이에, 상기 제 2 금속판과 밀착 설치되는 팽 파이버:로 이루어진 것을 특징으로 한

또한, 본 발명의 다른 실시 예는, 증착 소스: 일측에는 필름이 부착되어 있고,
반대측은 상기 증착 소스로부터 입사되는 마그네틱 원자가 증착되는 캔터레버 칩:
부로부터 입력되는 전압을 펄터링하고 진폭을 변화시켜 출력하는 파워앰프: 상기
터레버 칩의 진동을 감지하여 전기 신호로 출력하는 인터페로미터: 내부에 상기 캔
레버 칩을 포함하고 있으며, 상기 인터페로미터의 파이버 단부를 상기 캔터레버 칩
면과 격정 간격으로 유지되도록 고정시키는 증착헤드: 상기 인터페로미터에서 출
되는 신호를 감지하는 락-인 앰프: 상기 인터페로미터로부터 입력되는 신호를 감지
고, 교일에 입력되는 신호와의 위상을 고정시켜 질량증가에 의한 공명진동수 변화
과가 최종 마그네틱 시그널에 영향을 주지 않게 하는 위상고정루프(PLL): 상기 락-
앰프로부터 출력되는 인터페로미터의 출력신호를 저장하는 컴퓨터: 상기 파워 앰

에서 출력되는 교류전압에 의해 AC 토크 필드를 생성하는 코일; 외부로부터 공급되는 전류에 의하여 바이어스 필드를 생성하는 전자석; 으로 구성되는 것을 특징으로 한다.

(실시 예1)

이하, 본 발명에 따른 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템의 구성을 설명하면 다음과 같다.

첨부 도면 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명은 증착소스(10), 증착헤드(30), 인터페로미터(50), 위상 고정 루프(60), 고전압 증폭부(70), 파워 앰프(80), 오실레이터(90), 락-인 앰프(100), 컴퓨터(110)로 구성된다. 또한, 상기 위상 고정 루프(60)는 위상 감지부(61)와, 루프 필터(62)와, 전압제어 오실레이터(63)의 세 부분으로 구성된다.

먼저, 증착 소스(10)와 증착헤드(30)가 UHV 챔버(20)내부에 설치된다. 상기 증착소스(10)는 마그네틱 원자를 증착헤드(30) 내부의 캔티레버 칩(46)의 패들(paddle)부 표면으로 공급하는 역할을 하며, 상기 증착헤드(30)는 인터페로미터(50)의 광파이버(31) 단부와 캔티레버 칩(46)의 표면을 적정 간격으로 유지 샘플을 고정시키는 역할을 한다.

상기 UHV 챔버(20) 위에 인터페로미터(50)는 UHV 챔버의 바깥에 부착되지만, 광이버에 의하여 피드쓰루(feedthroth)를 통해 증착 헤드에 연결되며, 상기 인터페로미터(50)는 증착헤드(30) 내부의 캔티레버 칩(46)의 진동을 감지하여 전기 신호로 출

한다. 즉, 인터페로미터 (50)는 UHV 챔버 (20)에 외측에 부착되는 한편 피드스루 (feedthrough)를 통해 증착 헤드의 광파이버 (31)에 의해 연결된다. 그리고, 상기 인터페로미터 (50)는 레이저 다이오드, 온도 제어기, 디렉션 커플러, 레이저 다이오드 라이브, 레이저 마운트 및 광검출기로 구성된다.

상기 인터페로미터 (50)에서 감지된 전기 신호는 위상 고정 루프 (Phase Locked op, 60)로 전달된다. 상기 위상 고정 루프 (60)는 위상감지부 (Phase detector, 61)와, 루프 필터 (Loop Filter, 62)와, 전압제어 오실레이터 (Voltage Controlled cillator, 63)의 세 부분으로 구성된다.

상기 위상 고정 루프 (60)의 기능은, 압전체 (47)로 입력되는 신호와 인터페로미터 (50)에서 출력되는 신호의 위상을 항상 180도로 고정 유지시키는 데 있다. 따라서, 로 인해 마그네틱 토크에 의한 캔트리버 칩 (46)의 운동을 상쇄시키고, 증착시 질량 가 효과에 의한 공명 주파수의 변화 및 이에 따른 최종 출력신호의 왜곡을 방지하 역할을 한다.

상기 고전압 증폭부 (70)는 상기 위상 고정 루프 (60)에서 출력된 미세한 신호를 증폭하여 압전체 (47)로 공급하는 역할을 한다. 즉, 고전압 증폭부 (70)에 의해 출력된 압전체에 공급되어 자기 토크에 의해 발생된 캔트리버 칩 (46)의 진동을 최소화 한

상기 압전체 (47)는 상기 증폭된 위상 반전 신호를 입력받아 상기 캔티레버 칩 (46)의 진동을 상쇄시키는 역할을 하며, 상기 락-인 앰프 (100)는 전압제어 오실레이터 (63)에서 출력된 위상 반전 신호를 감지하여 컴퓨터 (110)와 같은 저장매체를 갖는 모니터링 시스템으로 전달하는 역할을 한다.

한편, 파워 앰프 (80)는 락-인 앰프를 통해 나온 교류전압을 증폭한 후 상기 증착 헤드 (30) 내부의 코일 (33)에 공급한다. 이때 파워앰프 (80)에서 공급되는 교류전압 캔티레버 칩 (46)의 공명주파수에 해당하는 정현파 전압신호이다.

또한 상기 오실레이터 (90)는 상기 캔티레버 칩 (46) 본래의 움직임을 감지한 인페로메터 (50)에서 출력되는 신호와 상기 압전체 (47)로 피드백되는 신호를 통하여, 상기 캔티레버 칩 (46) 본래의 움직임 및 상채된 캔티레버 칩 (46)의 움직임을 인식하 관측자가 관측할 수 있도록 한다.

상기 캔티레버 칩 (46) 본래의 움직임이란 박막의 자기 모멘트에 회전력이 가해 박막이 증착된 캔티레버 칩 (46)이 상하로 진동할 때의 움직임을 말하며, 상채된 캔티레버 칩 (46)의 움직임이란 전압제어 오실레이터 (63)에서 출력된 위상 반전 신호가 상기 압전체 (47)로 입력되어 캔티레버 칩 (46)의 본래의 움직임이 상채되었을 때의 움직임을 말한다.

한편, 상기 증착헤드 (30)의 구성은 다음과 같다.

한편, 첨부도면 도 2에 도시된 바와 같이, 증착 헤드 (30)는 원통형의 증착 쉴드 (32) 중앙에 증착 홀 (31)이 형성된다. 상기 증착 쉴드 (32)는 박막의 증착시 증착 헤드 (30) 내부의 모든 부분을 보호하는 역할을 한다.

상기 원통형의 증착 쉴드 (32)의 내측면에 코일 (33)이 부착된다. 상기 코일 (33) 교류 자기장 (torque-field)을 발생하는 역할을 한다.

상기 코일 (33)과 이격하여 상기 증착 쉴드 (32)의 하면 상부에 지지판 (34) 세로 설치되며, 상기 지지판 (34)에 영구자석 (SmCo magnet, 35) 또는 전자석이 고정 설치된다. 상기 영구자석 (35) 또는 전자석은 마그네틱 박막의 모멘트를 한 방향으로 정렬키며, 상기 지지판 (34)은 상기 자석을 지지하는 역할을 하며, 재질은 고진공과 호 가능한 물질로 이루어진다.

한편, 상기 원통형의 증착 쉴드 (32) 하면 상부에 세라믹 물질 (36)이 설치된다. 기 세라믹 물질 (36)은 상기 증착쉴드 (32)와 압전체 하부 전극 (38)과의 전기적인 격을 위해 설치된다. 이때, 상기 증착 쉴드는 고진공과 호환가능한 물질로 이루어지, 상기 세라믹 물질은 고진공과 호환성을 갖는 절연물질이다.

상기 절연부재 (36) 상부에 도전체 (37)는 하부전극으로서 작용을 하며, 상기 도전체 (37) 중 도면상 우측에 위치한 도전체의 우측단에 압전체의 하부 전극 (38)에 전적으로 연결이 된다. 상기 압전체의 하부 전극 (38)은 상기 도전체 (37)에 전압을 인하는 역할을 한다. 상기 도전체는 고진공과 호환가능한 물질로 이루어진다.

또한, 상기 세라믹 (36) 물질의 일측면과 밀착하여, 상기 도전체 (37) 상부에 압
 *체 (47)가 설치된다. 상기 압전체 (47)는 캔티레버 (46)의 운동을 상쇄시키기 위해
 드랙 (feedback)용 진동을 발생한다.

상기 압전체 (47) 상부에 제 1 금속판 (45)이 설치되며, 상기 제 1 금속판 (45) 일
 하부에 압전체의 상부전극 (39)이 설치된다. 상기 압전체의 상부 전극 (39)은 제 2
 속판 (44)에 전압을 인가하는 역할을 한다.

상기 제 1 금속판 상부에는 증착 홀 플레이트 (48) 및 캔티레버 칩 (46)이 설치된

첨부 도면 3 은 캔티레버 칩 (46)과 증착 홀 플레이트 (48)의 구조를 나타낸 도면
 다. 첨부도면 도 3 에 도시된 바와 같이, 캔티레버 칩 (46)은 프레임 (46a), 레그
 6b), 패들 (46c)의 세 부분으로 나뉜다.

첨부도면 4 는 캔티레버 칩 (46)과 증착 홀 플레이트 (48)가 결합된 구조를 나타
 도면이다.

상기 첨부도면 도 4에 도시된 바와 같이, 증착 홀 플레이트 (48)와 캔티레버 칩
 6)은 결합된 구조를 이루고 있다. 상기 증착 홀 플레이트 (48)는 캔티레버의 레그
 6b)에 박막이 증착하지 않도록 하고, 캔티레버의 패들 (46c)에만 박막을 증착시키는
 합을 한다. 즉, 증착 홀 플레이트 (48)와 캔티레버 플레이트는 일체형으로 형성되며
 캔티레버 칩 (46)이라 명명한다. 상기 증착 홀 플레이트 (48)와 캔티레버 플레이트는
 nic 본딩 방법에 의해 본딩된다.

그리고, 캔티레버의 패들 (46c) 표면에는 첨부 도면 도 7에 도시된 바와 같이 펄 증착 공정 동안 Eddy 커런트 전류의 효과를 최소화 시키기 위해 작고 긴 홈들이 생성되어 있다.

상기 캔티레버의 프레임 (46c) 상부에는 포토레지스트 (43)가 도포된다. 즉, 상기 토레지스트 (43)는 캔티레버 프레임 상부에만 도포된다. 상기 포토레지스트 (43)는 티레버의 패들 (46c)과 광파이버 (40) 단부와의 간격을 일정하게 유지하기 위한 역할을 한다. 상기 캔티레버의 패들 (46c)과 광파이버 (40) 단부와의 간격은 5~10 μ m 인 것 바람직하다.

상기 포토레지스트 (43) 상부에 제 2 금속판 (44)이 설치되며, 상기 제 2 속판 (44)은 스크류 (49)에 의해 제 1 금속판 (45)과 결합되고, 이에 캔티레버 칩 (46) 압전체 상부 전극으로 사용되는 금속판 (39)에 고정된다.

즉, 상기 제 2 금속판 (44)은 Cu 등과 같은 고전공과 호환가능한 물질로 이루어 고, 상기 제 2 금속판 (44)과 광파이버 (40)는 일체형으로 이루어진다. 그리고, 샘플 4개의 스크류를 해체시킴으로써 제거된다.

즉, 샘플을 다른 것으로 교체할 때 4개의 스크류를 제거하고, 그리고 나서 첨부 2면 도 4의 캔티레버 칩 (46)을 제거한다. 새로운 캔티레버 칩을 제 1 금속판 (45)에 치시키고, 상기 새로운 캔티레버 칩 상부에 일체형으로 이루어진 제 2 금속판 (44) 광파이버 (40)를 위치시킨다. 그리고 다시 4개의 스크류 (49)를 사용에 결합시킨다.

또한 상기 제 2 금속판 (44) 사이 중앙에 광파이버 (40)가 상기 제 2 금속판 (44) 고정되어 설치된다. 상기 광파이버 (40)의 기본 구조는 광파이버 코어 (fiber core, 41)와 클래드 (clad, 42)로 이루어진다. 상기 광파이버 코어 (41)의 지름은 약 μm , wavelength가 780nm인 싱글 모드 파이버를 실시예로 설명하였으나 차후에 인프라레드 (infrared) 영역인 멀티모드 (multimode) 광파이버를 이용하는 것도 가능하다.

상기와 같이 구성된 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템의 일실시예의 용에 대해 설명하면 다음과 같다.

상기 첨부도면 도 1에 도시된 바와 같이, 증착과정 동안에, 증착 소스 (deposition source, 10)로 부터 증착헤드 (30) 내부의 캔티레버 패들 (cantilever paddle, 46c)의 하부표면으로 마그네틱 원자 (Magnetic Atom)가 증착된다. 상기 캔티레버 패들 (46c) 하부표면에 증착된 마그네틱 원자는 증착과정 동안 성장하여 박막을 형성한다.

한편, 영구 자석 (SmCo Permanent Magnet, 35) 또는 전자석은 박막에 자기장 (bias field)을 만들고, 상기 자기장에 의해 박막의 자기 모멘트 (Magnetic Moment)가 자기선의 방향으로 정렬된다.

이 때, 토크 코일 (RF torque coil, 33)과 연결된 파워앰프 (80)에서는 티레버 (46)의 공명주파수에 해당하는 경현파신호 즉 락-인 앰프에서 공급된 신호가 1일로 공급된다.

상기 토크 코일 (33)에 공급된 경현파 전압신호는 상기 토크 코일 (33)에 교류 전압을 인가해서 교류 자계 (AC torque field)를 발생시킨다.

따라서, 토크 코일 (33)에 흐르는 교류 전류에 의해 발생하는 교류 자계 (AC torque field)가, 상기 박막에 수직방향으로 인가되므로 자기력선의 방향으로 정렬된 박막의 자기 모멘트에 마그네틱 회전력 (magnetic torque)을 발생시켜, 박막이 증착 캔티레버 칩 (46)을 상하로 진동시킨다.

한편, 상기 캔티레버 칩 (46)의 공명 주파수 (resonance frequency)는 캔티레버의 두께에 따라 좌우된다. 상기 공명 주파수는 2 kHz 이상이어야 하는데, 이는 전 노이즈와 룸노이즈 (room noise)는 2 Khz 이하일때 우세하기 때문이다. 캔티레버 두께에 의해 공명 주파수를 제어할 수 있다. 그리고, 이러한 공명 주파수에서 상 캔티레버 칩 (46)가 작동한다.

공명 오퍼레이션을 이용하는 이유는, 공명진동에서 Q 인핸스먼트 (enhancement) 갖기 때문이다.

$$Z_r = Z \times Q$$

여기서 Q 는 캔티레버 칩의 기계학 품질 요소이다.

한편, 첨부도면 도 5와 도 6을 참조하여, 상기 마그네틱 박막에 인가되는 회전을 구한다. 즉, 인가되는 회전력 $T_H = m \times B_T$ $T_H = \mu_0 m H_T$ 이며, 상기 자기 박막에 가해진 회전력에 의한 캔티레버 칩 (46)의 이동변위는 다음과 같다.

즉, 이동변위는

$$Z = 6T_M d_c^2 / E w_c t_c^3 = 6\mu_0 m H_T d_c^2 / E w_c t_c^3 = 6\mu_0 M_S t_H a (H_T d_c^2 / E w_c t_c^3) \text{ 이다.}$$

여기서, t_c 는 캔티레버 칩 (46)의 길이, μ_0 는 자유공간에서의 투자율, M_S 는 포화치도, a 는 자기 박막의 종횡 밀적, H_T 는 회전자기(torque field), T_H 은 자기 전력(magnetic torque), w_c 는 캔티레버 칩 (46)의 폭, t_c 는 캔티레버 칩 (46)의 두께, t_f 는 박막의 두께를 말한다. E는 Young' Modulus 이다.

한편, 상기 캔티레버 칩 (46)의 진동은 레이저 다이오드 인터페로미터 (Laser ode Interferometer, 50)에 의해 감지된다. 상기 레이저 다이오드 인터페로미터 (50)에 의해 감지된 신호는 위상 고정 루프 (60)를 통해 위상이 180도 반전된 정현파 신호 변환되어 출력된다. 레이저 다이오드 인터페로미터 (50)는 레이저의 파장을 온도에 따라 변화시킬 수 있다.

상기 위상 고정 루프 (60)에서 위상이 180도 반전되는 과정을 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 위상 고정 루프 (60)내의 상기 위상감지부 (phase detector, 61)는 상기 인터페로미터 (50)에서 출력되는 신호와 전압제어 오실레이터 (VCO, 63)를 거쳐 입력제 7)로 입력되는 신호의 위상치를 de 볼트로 측정한다.

상기 루프 필터 (Loop Filter, 62)는 전압제어 오실레이터 (63)의 콘트롤 전압으로 용하기 위해 상기 위상감지부 (61)에서 출력된 신호를 필터링하여 출력한다.

상기 루프 필터 (62)에서 출력된 신호는 최종적으로 전압제어 오실레이터 (63)를 통하여 위상이 180도 반전된 정현파 (sinusoidal) 신호로 변환되며, 루프필터 및 위상지부와의 피드백을 통해 위상이 고정되는 한편, 고전압 증폭부 (70)를 통하여 압전 (47)로 공급한다.

상기 고전압 증폭부 (70)는 전압제어 오실레이터 (63)에서 출력된 미세한 위상 반신호를 증폭시키는 역할을 한다. 또한 상기 위상 반전된 정현파 신호는 락-인 앰프 (100)에서 감지된다.

한편, 상기 위상 고정 루프 (60)에서 출력된 위상 반전 신호는 고전압 증폭부 (70)를 거쳐서, 상기 캔틸레버 칩 (46)의 하부에 있는 압전체 (piezo electric terial, 47)로 피드백 (feedback) 된다. 그리고, 마그네틱 필름에 의해 기인된 캔틸레버 칩 (46)의 진동이 상쇄된다. 이러한 과정을 액티브 피드백 (Active Feedback) 과정이라 한다.

상기 액티브 피드백 (Active feedback) 과정을 통해, 캔틸레버 칩 (46)은 진동이 없는 상태로 돌아가게 된다. 여기서, 액티브 피드백을 사용하는 이유는 증착과 동안에, 증착 소스 (deposition source, 10)로부터 캔틸레버 칩 (46)의 하부표면으로 마그네틱 원자가 이동하면서, 캔틸레버 칩 (46)의 질량을 증가시켜, 공명주파수를 화시키는 것 (mass loading effect)을 최소화하고 온도변화에 따른 일래스틱 모듈러 (elastic modulus) 효과를 최소화하기 위해서 이다.

한편, 오실레이터 (Oscillator,80)를 통해 상기 캔티레버 칩 (46) 본래의 움직임
 감지한 인터페로미터 (50)에서 출력되는 신호와 상기 압전체 (47)로 피드백되는 신
 를 통하여, 캔티레버 칩 (46)의 본래의 움직임 및 상쇄된 움직임을 관측한다.

한편 상기 위상 고정 루프 (60)를 통과한 위상 반전 신호는 고전압 증폭부 (70)를
 거쳐 압전체 (47)로 피드백 되는 동시에, 상기 위상 반전 신호의 진폭 (amplitude)은
 기 박막 모멘트로 전환 가능한 신호이며, 이 신호는 락-인 앰프 (Lock-in amp,100)
 서 감지되어, 컴퓨터 (110)와 같은 저장 매체를 갖는 모니터링 시스템으로 출력된다

상기 락-인 앰프 (100)는 노이즈의 영향을 받지 않고 정확한 측정을 가능하게 하
 위해 사용된다.

이 때, 압전체 (47)로 피드백되는 위상 반전 신호의 진폭은 박막의 자기 모멘트
 비례하며, 이를 통해 증착과정 중 자기 모멘트 (magnetic moment)를 모니터링하게
 다.

이 때, 측정된 박막의 자기 모멘트와 이론적인 값을 비교하기 위해서는, 인터페
 미터 (50)에 의해 감지된 신호의 진폭을 자기 모멘트로 변환하여 주는 다음과 같은
 식이 필요하다.

$$M_{\text{self}} = Ew_c t_c^3 \lambda \Delta V / 24 \pi \mu_0 H_T I_c^2 V V_0 Q$$

여기서, l는 레이저 파장, ΔV는 필름의 증착에 의한 자기 모멘트 변화에 해당
 는 신호를 락-인 앰프에서 측정한 값, V는 프린지 가시도 (fringe visibility), V₀
 중첩 전압이다.

(실시예2)

첨부 도면 도 8 및 도 9는 본 발명인 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템의 다른 실시예로서, 증착 소스(10)와, 광파이버에 대응되는 캔티레버 패들의 면에 스탠다드 NiFe 필름(51)이 증착되어 있고, 그 반대측 면은 상기 증착소스(10)로부터 사되는 마그네틱 원자가 증착되는 캔티레버 칩(46)과, 상기 캔티레버 칩(46)의 진동을 감지하여 전기 신호로 출력하는 인터페로메터(50)와, 내부에 상기 캔티레버 칩(46)을 포함하고 있으며, 상기 인터페로메터(50)의 광파이버 단부를 상기 캔티레버(46) 표면과 적격 간격으로 유지되도록 고정시키는 증착헤드(30)와, 위상고정루프(PLL, 60)로부터 입력되는 전압을 정류하고 진폭을 변화시켜 출력하는 파워 앰프(80a)와, 상기 인터페로메터(50)에서 출력되는 신호를 감지하는 락-인 앰프(100)와, 힘이 증착되고 있는 동안 상기 인터페로메터(50)로부터 입력되는 신호를 감지하고, 지된 신호와 토크 코일(33)로 입력되는 신호의 위상차를 감지하고, 이 위상차를 위상고정루프(60)의 PID 컨트롤러에 미리 세팅되어 있는 위상값과 일치하도록 피드백을 통해 위상을 고정시키고 증착 과정 중 질량변화에 의한 공명진동수 변화 효과를 항상 공명진동수에서 캔티레버 진동에 대한 출력신호를 측정할 수 있게 하는 위상 고정루프(PLL, 60)와, 상기 락-인 앰프(100)로부터 출력되는 인터페로메터(50)의 출력신호를 저장하는 컴퓨터(110)와, 상기 파워 앰프(80a)에서 출력되는 교류전압에 의한 AC 토크 필드를 생성하는 코일(33)과, 외부로부터 공급되는 전류에 의하여 바이스 필드를 생성하는 전자석(52)으로 구성된다.

상기와 같이 구성된 인-사류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템의 다른 실시예* 작용에 대해 설명하면 다음과 같다.

증착과정 동안에, 증착 소스 (deposition source, 10)로부터 마그네틱 원자 (Magnetic Atom)가 증착헤드 (30) 내부의 캔티레버 칩 (46)의 패들 (paddle) 하부표면으로 방사되어 증착된다. 상기 캔티레버 칩 (46)의 패들 하부표면에 증착된 마그네틱 자는 증착과정 동안 성장하여 박막을 형성한다.

한편, 전자석 (52)은 박막에 자기장 (bias field)을 만들고, 상기 자기장에 의해 박막의 자기 모멘트 (Magnetic Moment)가 자기력선의 방향으로 정렬된다.

이 때, 토크 코일 (RF torque coil, 33)과 연결된 파워 앰프 (80a)로부터 공급된 교류전압에 응하여 AC 토크 자기장 (AC torque field)을 발생시킨다.

따라서, 토크 코일 (33)에 흐르는 교류 전류에 의해 발생하는 AC 토크 자기장 (AC torque field)와 상기 전자석 (52)에서 발생하는 바이어스 자기장이 상호 작용에 따라 캔티레버 칩이 공명주파수에서 움직이게 한다.

한편, 상기 캔티레버 칩 (46)의 공명 주파수 (resonance frequency)는 캔티레버의 두께에 따라 좌우된다. 상기 공명 주파수는 2 kHz 이상이어야 하는데, 이는 전 노이즈와 룸노이즈 (room noise)는 2 Khz 이하일때 우세하기 때문이다. 캔티레버 두께에 의해 공명 주파수를 제어할 수 있다. 그리고, 이러한 공명 주파수에서 상 캔티레버 칩 (46)이 작동한다.

한편, 상기 캔티레버 칩 (46)의 진동은 레이저 다이오드 인터페로메터 (Laser Interferometer, 50)에 의해 감지된다. 상기 레이저 다이오드 인터페로메터

0)에 의해 감지된 신호는 위상 고정 루프 (60)에서 코일에 입력되는 신호와의 위상 고정시키고 인터페로미터 (50)에서 발생된 신호와 위상이 고정된 상기 신호는 파워 프 (80a)를 통해 상기 코일 (33)로 공급된다.

상기에 기술한 위상고정은 캔트레버의 공명진동수가 증착과정 중 질량변화에 의변하게 되는 효과가 최종 마그네틱 시그널에 주는 영향을 없애준다.

한편, 락-인 앰프 (Lock-in amp,100)는 인터페로미터 (50)에 의해 감지되는 신호 박막 증착에 따른 캔트레버 칩의 진폭에 비례하는 신호가 되고, 이 신호는 퓨터 (110)와 같은 저장 매체를 갖는 모니터링 시스템으로 출력된다.

이상의 본 발명은 상기에 기술된 실시예들에 의해 한정되지 않고, 당업자들에해 다양한 변형과 변경을 가져올 수 있으며, 이는 첨부된 청구항에서 포함되는 본명의 취지와 범위에 포함된다

발명의 효과]

이상에서 설명한 본 발명은 인-시류 모니터링 방식으로 모든 증착과정을 관측할 있는 효과가 있다.

또한, 본 발명은 자기 박막의 증착과정 중 서브-옹스트롬 이하의 정밀도로 박막 특성을 관측할 수 있으며,또한 원자 레벨의 증착까지 감지할 수 있는 효과를 달성 수 있다.

•

또한, 본 발명은 액티브 피드백 시스템을 이용하여 증착과정 동안에, 증착
스 (deposition source)로 부터 캔티레버 칩 패들의 하부표면으로 마그네틱 원자가
등하면서, 캔티레버 칩의 질량을 증가시켜, 공명주파수를 변화시키는 것 (mass
ading effect)을 최소화하고 온도변화에 따른 일래스틱 모듈러스 (elastic
dulas) 효과를 최소화하는 효과를 달성할 수 있다.

또한, 본 발명은 전자석을 이용하여 자기장의 크기를 네가티브 펄드에서 포지티브
펄드까지 다양하게 변화시키면서 증착과정을 관측함으로써, 박막의 히스테리시스
선을 그려낼 수 있도록 하는 효과를 달성할 수 있다.

특허청구범위]

영구항 1]

증착 소스:

상기 증착 소스로부터 마그네틱 원자가 입사되어 증착되는 캔티레버 칩:

상기 캔티레버 칩의 진동을 감지하여 전기 신호로 출력하는 인터페로미터:

내부에 상기 캔티레버 칩을 포함하고 있으며, 상기 인터페로미터의 파이버 단

를 상기 캔티레버 칩 표면과 적정 간격으로 유지되도록 고정시키는 증착헤드:

외부로부터 입력되는 전압을 증폭시켜 출력하는 고전압 증폭부:

상기 고전압 증폭부에서 증폭된 전압에 의해 진동하는 압전체:

상기 압전체로부터 발생하는 신호를 검출하고, 검출된 압전체 신호를 감지하는

-인 앰프:

상기 인터페로미터로부터 입력되는 신호와 180 위상을 갖는 신호를 발생시켜

상을 고정시킨 후 상기 고전압 증폭부로 출력하는 위상 고정 루프:.

상기 락-인 앰프로부터 출력되는 교류전압을 증폭시켜 상기 증폭헤드 내부의 코

에 인가하는 파워 앰프: 및

상기 락-인 앰프로부터 인터페로미터의 출력전압을 공급받아 상기 캔티레버 칩

움직임을 모니터링하는 오실레이터:

로 이루어진 것을 특징으로 하는 인-시류 마이크로-토크 마그네토미터 시스템.

요구항 2]

제 1 항에 있어서, 상기 위상 고정 루프에서 발생하는 신호는,

상기 캔티레버 칩의 진동을 상쇄시키는 것을 특징으로 하는 인-시류 마이크로-크 마이크로 메터 시스템.

요구항 3]

제 1 항에 있어서, 상기 인터페로메터는,

레이저 다이오드 온도 제어용 인터페로메터인 것을 특징으로 하는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템.

요구항 4]

제 1 항에 있어서, 상기 위상 고정 루프는,

상기 인터페로메터를 통해 입력되는 신호와 상기 압전체로 출력되는 신호의 위차에 대응하는 DC 전압을 발생하는 위상 감지부와, 상기 위상 감지부에서 출력된 호를 필터링하는 루프 필터와, 상기 루프 필터에서 출력된 신호를 입력받아 정현파 호로 변환하여 출력하는 한편, 상기 정현파 신호를 상기 위상 감지부로 피드백시켜 상을 보정하는 전압제어 오실레이터로 이루어지는 것을 특징으로 하는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템.

요구항 5]

제 1 항에 있어서, 상기 증착헤드는,

증착 흡이 형성된 증착 셸드;

중공의 몸체와, 상기 몸체 상부에 형성된 중공의 돌출구를 가지며, 상기 중착

부 상부에 설치되는 절연부재;

상기 돌출구에 결합되어 설치되는 도전체;

상기 도전체에 상부에 설치되는 압전체;

하단 일측에 상기 압전체 상부 전극이 형성되어 있으며, 상기 압전체 상부에 설
되는 제 1 금속판 및

상기 제 1 금속판 상부에 설치되는 캔티레버 칩;

상기 캔티레버 칩의 프레임 상부에 적층되는 포토레지스트;

광섬유가 결합되어 있는 제 2 구리판;

상기 중착셀드에 수직으로 결합되는 지지판;

상기 지지판에 의해 지지되는 영구자석;및

상기 중착 셀드의 내측 일측면에 부착, 고정되는 코일로 구성되며,

상기 제 1 구리판 및 제 2 구리판은 스크류에 의해 결합되는 것을 특징으로 하
인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템.

구항 6]

제 5 항에 있어서, 상기 절연부재는,

라믹으로 이루어진 것을 특징으로 하는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스

궂구항 7]

제 5 항에 있어서, 상기 증착 설드는,

박막의 증착시 상기 증착헤드 내부를 보호하기 위한 것을 특징으로 하는 인-시
마이크로-토크 마그네토메터 시스템.

궂구항 8]

제 5 항에 있어서, 상기 지지판은,

도성 금속 또는 세라믹인 것을 특징으로 하는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터
시스템.

궂구항 9]

제 5 항에 있어서, 상기 절연부재는,

상기 증착 설드와 상기 입전체의 하부 전극이 절연되도록 하는 것을 특징으로
는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템.

궂구항 10]

제 5 항에 있어서, 상기 도전체는,

고진공과 호환가능한 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 인-시류 마이크로-토
마그네토메터 시스템.

궂구항 11]

제 5 항에 있어서, 상기 하부 전극은,

상기 도전체에 전압을 인가하기 위한 것을 특징으로 하는 인-시류 마이크로-토
마그네토메터 시스템.

영구항 12]

제 5 항에 있어서, 상기 압전체는,
상기 캔티레버 칩의 운동을 상쇄시키기 위해 피드백용 진동을 발생하기 위한 것
특징으로 하는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템.

영구항 13]

제 5 항에 있어서, 상기 증착 홀 플레이트는,
실리콘 (Si) 이며, 상기 캔티레버 칩의 레그 (leg) 를 제외한 패들 (paddle) 에만 박
이 증착되도록 하는 것을 특징으로 하는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스

영구항 14]

제 5 항에 있어서, 상기 포토레지스트는,
캔티레버 칩의 패들과 파이버 단부 상호간에 소정 거리만큼 떨어져 위치되도록
는 것을 특징으로 하는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템.

영구항 15]

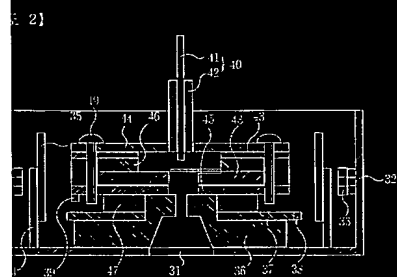
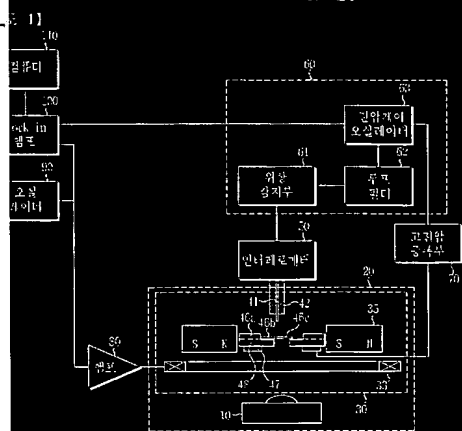
제 1 항에 있어서, 필름 증착 공정 동안 Eddy 커런트 전류의 효과를 최소화 시
기 위해 작고 긴 홈들로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 인-시류 마이크로-토크
마그네토메터 시스템.

영구항 16]

증착 소스:

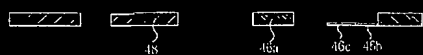
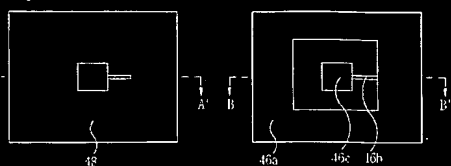
일측에는 필름이 부착되어 있고, 그 반대측은 상기 증착 소스로부터 입사되는
그네틱 원자가 증착되는 캔티레버 칩:
외부로부터 입력되는 전압을 경류하고 진폭을 변화시켜 출력하는 파워앰프:
상기 캔티레버 칩의 진동을 감지하여 전기 신호로 출력하는 인터페로메터
내부에 상기 캔티레버 칩을 포함하고 있으며, 상기 인터페로메터의 파이버 단부
상기 캔티레버 칩 표면과 적정 간격으로 유지되도록 고정시키는 증착헤드:
상기 인터페로메터에서 출력되는 신호를 감지하는 락-인 앰프:
상기 인터페로메터로부터 입력되는 신호를 감지하고, 코일에 입력되는 신호와의
위상을 고정시켜 질량증가에 의한 공명진동수 변화효과가 최종 마그네틱 시그널에
향을 주지 않게 하는 위상고정루프(PLL):
상기 락-인 앰프로부터 출력되는 인터페로메터의 출력신호를 저장하는 컴퓨터:
상기 파워 앰프에서 출력되는 교류전압에 의해 AC 토크 필드를 생성하는 코일:
외부로부터 공급되는 전류에 의하여 바이어스 필드를 생성하는 전자석:으로 구
되는 것을 특징으로 하는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템.

【도면】

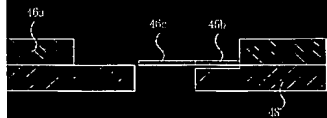


BEST AVAILABLE COPY

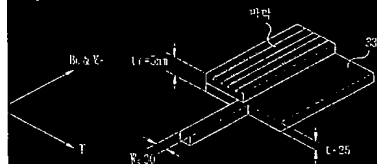
E 3]



E 4]

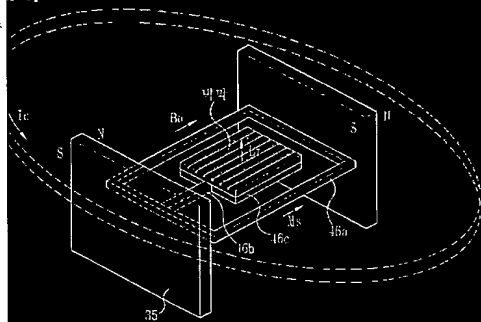


E 5]

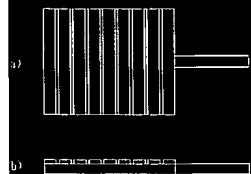


BEST AVAILABLE COPY

E 6]

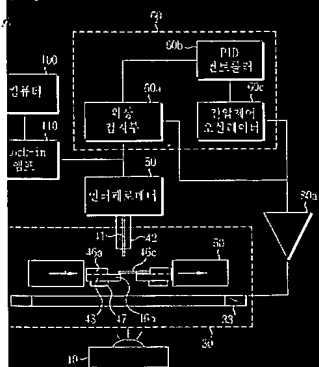


E 7]

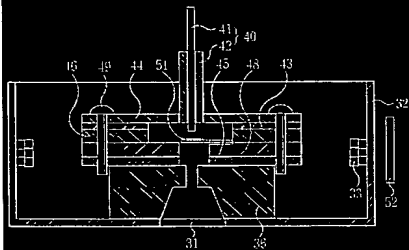


BEST AVAILABLE COPY

81



8.9]



BEST AVAILABLE COPY

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/KR04/002194

International filing date: 01 September 2004 (01.09.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: KR
Number: 10-2004-0069156
Filing date: 31 August 2004 (31.08.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 13 September 2004 (13.09.2004)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse